昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*，October 2008，51(10)：1089 - 1093 ISSN 0454-6296

伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇对草地螟的寄生特性

李 红[1]，罗礼智[1,*]，胡 毅[1]，康爱国[2]
（1. 中国农业科学院植物保护研究所，植物病虫害生物学国家重点实验室，北京 100094；
2. 河北省康保县植保站，河北康保 076650）

摘要：为认识寄生蝇对草地螟 *Loxostege sticticalis* L. 的寄生特性，调查了河北康保田间两种寄生蝇——伞裙追寄蝇 *Exorista civilis* Rondani 和双斑截尾寄蝇 *Nemorilla maculosa* Meigen 对草地螟各龄幼虫的寄生率、寄生部位及着卵量，并通过室内饲养对寄生蝇的存活率与寄主龄期、着卵部位及着卵量的关系进行了研究。结果表明：两种寄生蝇在田间主要寄生草地螟 5 龄幼虫；寄生蝇可在每头寄主幼虫上着 1～8 粒卵不等，其中以 1 粒的居多(45.3%)，2 粒的次之(33.6%)，但 1 头寄主幼虫中仅能羽化出 1 头寄生蝇；寄生蝇以寄生寄主幼虫头部和胸部较多，腹部较少，并且以寄生侧面居多，背面次之，腹面最少。寄生蝇的存活与寄主幼虫着卵量之间呈相关关系，在着卵量为 1 粒的寄主幼虫中，寄生蝇的存活率仅为 66.7%，在着卵量为 2 粒及以上的寄主幼虫中，单头幼虫羽化出寄生蝇的比例为 100%。

关键词：伞裙追寄蝇；双斑截尾寄蝇；草地螟；寄生特征；存活率
中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2008)10-1089-05

Parasitism characteristics of two tachinid parasitoids *Exorista civilis* Rondani and *Nemorilla maculosa* Meigen (Diptera: Tachinidae) on the beet webworm, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae)

LI Hong[1], LUO Li-Zhi[1,*], HU Yi[1], KANG Ai-Guo[2] (1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China; 2. Plant Protection Station of Kangbao County, Kangbao, Hebei 076650, China)

Abstract: To understand the parasitism characteristics of tachinid parasitoids, *Exorista civilis* Rondani and *Nemorilla maculosa* Meigen (Diptera: Tachinidae) on the population of the beet webworm *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae), the number and position of the tachinid eggs and the parasitism rate in various instars of *L. sticticalis* were investigated in a field population in Kangbao, Hebei province. The relationship between the tachinid parasitoid survival and the host instars and the number and position of tachinid eggs on the host larvae was also analyzed. The results showed that the parasitism rate on the 5th instar host larvae by the tachinid flies was the highest. The number of tachinid eggs deposited on the 5th instar larva by these two tachinid flies varied from 1 to 8 eggs per host larva, with one egg per host larva dominant (45%), and followed by two eggs per host larva (33.6%). However, only one tachinid maggot could survive in a host. The tachinid eggs located more on head and thorax than on abdomen. Compared with the dorsal and abdominal sides of the host larvae, the lateral side was the most favorite side attacked by the tachinids. The survival rate of the tachinid progeny was highly related to their egg number on the host larva. Only 66.7% of the host larvae with one tachinid egg each could produce a mature maggot, while 100% of the host larvae with more than two tachinid eggs each could produce a mature maggot.

Key words: *Exorista civilis*; *Nemorilla maculosa*; *Loxostege sticticalis*; parasitic character; survival rate

---

基金项目：国家科技支撑计划项目(2005BA529A03，2005BA529A04)
作者简介：李红，女，1982 年 12 月生，江苏吴江人，硕士研究生，主要从事草地螟天敌种群动态规律的研究，E-mail：lana2008@163.com
* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：lzluo@ippcaas.cn
收稿日期 Received：2007-10-06；接受日期 Accepted：2008-04-30

草地螟 *Loxostege sticticalis* L. 是我国华北、东北和西北地区农牧业生产的重要害虫(罗礼智等,1996),自新中国成立以来已经 3 次暴发成灾,给我国的农牧业生产造成了巨大的经济损失(罗礼智,2004)。我国除了应用化学杀虫剂进行防治以外,还没有别的有效措施,而化学杀虫剂的应用除了本身所具有的副作用之外,其使用经常会因干旱缺水或交通不便受到限制并延误防治时机(罗礼智,2004)。草地螟的天敌类群中以寄生蝇最为丰富,是控制草地螟发生为害及种群动态的重要因素(田绍义,1963; Mikhal'tsov and Khitsova, 1980; 康爱国等,2006; 陈海霞和罗礼智,2007; 李红和罗礼智,2007),但国内外对草地螟寄生蝇的研究还只是停留在种类的描述和寄生率的调查上,在寄生蝇的寄生行为特征及其对寄主的选择机制和对寄主种群的调控作用的研究上都较少。为了阐明寄生蝇对草地螟种群动态及发生为害的调控作用,探索利用寄生蝇防治草地螟的有效途径,本文对草地螟的主要寄生蝇种类的寄生特征及其存活率进行了较为系统的研究。

1 材料与方法

1.1 样地生境特征

样地位于河北省张家口市康保县(114°11′~114°56′E, 41°25′~42°08′N,海拔高度 1 282~ 1 781 m)。草地螟在该地区一年能发生 2 代。越冬成虫的发生盛期为 6 月中旬,1 代幼虫的为害盛期为 7 月,2 代幼虫的为害期为 8~ 9 月,之后便以滞育幼虫入土做茧越冬。采样地位于城关 2 公里以北(41°52′N, 114°35′E)2 年生的苜蓿地,其中夹杂有沙打旺、米蒿、青蒿和野胡萝卜等杂草。调查面积为 6 758 m^2,代表面积约 200 hm^2。该样地是退耕还草的地块,每年收割一次,自开始种植以来,没有使用过杀虫剂。受退耕还草影响,2003 和 2004 年该县草地螟在农田发生密度低,在草场发生密度高,其中调查当年(2004 年)草场草地螟发生面积 2.8×10^4 hm^2,虫口密度 319.2 头/m^2,属中偏重发生。

1.2 寄主幼虫及虫茧的抽样采集

采集时间为 2004 年 7 月 13 日 – 7 月 27 日,寄主幼虫的采集从 2 龄开始,当地草地螟幼虫每个龄期发育时间约 4 天,因此每 4 天采集一次,直到草地螟入土化蛹。对角线取样,样点的面积 33 cm × 33 cm,样点间距离约为 4 m,每次采集 36 个样点。采样时先在地面铺上一块约 1 m^2 的塑料布,然后用手将植株弯向塑料布并使劲拍打植株,之后将落在塑料布的幼虫带回实验室进行观察和处理。虫茧的采集是在田间幼虫入土 1~2 d 以后(预蛹期)开始,样点的选择、取样面积与上述方法相同。采集时,用自制的五齿耙在地表 3~5 cm 深的表土层搜索,将采集的虫茧塑料袋封装,带回实验室进行观察和处理。

1.3 寄生蝇对寄主龄期选择性的确定

寄生蝇对寄主龄期的选择性包括其对寄主各龄幼虫的寄生率及其在各龄寄主幼虫中的存活率。寄生蝇直接把卵产在寄主幼虫表面,散产,白色,卵粒较大,约 1 mm 左右,肉眼可见(Mikhal'tsov, 1980; 陈海霞和罗礼智,2007; 李红和罗礼智,2007)。因此根据寄主幼虫体表的白色卵粒有无确定各龄寄主幼虫的寄生与否。以 33 cm × 33 cm 内采集到的虫量为一个统计样本,各个龄期统计的样本重复数分别为 33,33,34,36,33。各龄寄主幼虫的寄蝇存活率是通过对在室内(18~23℃)以灰菜饲养寄主幼虫来确定。

1.4 着卵量、着卵部位及寄生蝇存活率的确定

用以区别着卵量和着卵部位的幼虫均是末龄幼虫,观察虫数为 223。根据寄生蝇的卵粒特征,着卵量和着卵部位直接可用肉眼观察判断。着卵部位以头、胸、腹部以及背、侧、腹面区分。将着卵量不等或是不同部位着卵量不等的寄主幼虫单头饲养,分别记录寄蝇的存活数及出现的其他寄生物及寄主成虫的数量,从而确定寄生蝇存活率。

1.5 数据统计与分析

寄生率在统计检验前先用平方根反正弦转换;各龄期寄生率差异显著性的确定是在方差分析(ANOVA)统计差异显著之后,进行 Duncan 多重比较(SPSS11.5)。

2 结果与分析

2.1 寄生蝇种类

经鉴定,野外采集到的寄生蝇种类为伞裙追寄蝇 *Exorista civilis* Rondani 和双斑截尾寄蝇 *Nemorilla maculosa* Meigen; 前者占的比例稍大,为 63.7%。

2.2 对寄主龄期的选择性

对草地螟不同龄期幼虫寄生率进行田间调查的结果表明(图 1),草地螟 2 龄幼虫即可被寄蝇寄生,但比例仅 2.7%; 5 龄寄主幼虫的寄生率(24%)已经接近 2 龄幼虫的 10 倍,且显著高于 4 龄之前的寄生率($P<0.05$);预蛹的寄生率(53.92%)比 5 龄幼虫

的寄生率高了 2 倍多，显著高于 5 龄幼虫和其他龄期的寄生率（$P<0.05$）。对被寄生的 2～5 龄寄主幼虫进行室内饲养结果表明，寄蝇在 2 龄寄主幼虫中不能完成发育，在 3 和 4 龄寄主幼虫中其存活率分别为 38.4% 和 33.7%，均不到 40%，在 5 龄寄主幼虫中存活率则高达 65%。

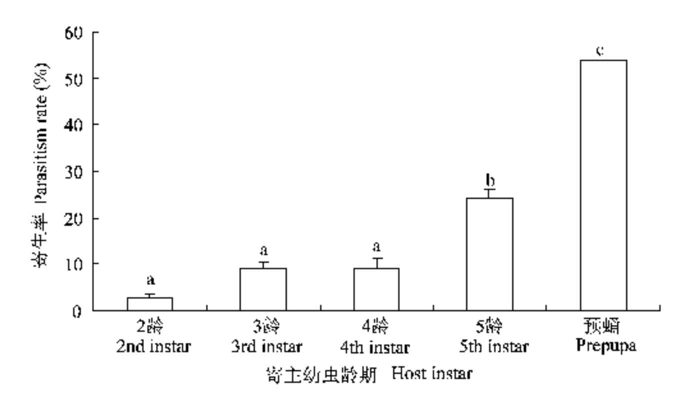


图 1　两种寄生蝇伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇对田间草地螟各龄幼虫的寄生率

Fig. 1　The parasitism rate of two tachinid parasitoids, *Exorista civilis* Rondani and *Nemorilla maculosa* Meigen, on various instars of the host *Loxostege sticticalis* larvae in fields

图中数据为平均数 ± *SE*，统计的数字靶上具有不同字母的表示两者之间差异显著（0.05 水平）。

Data (presented as mean ± *SE*) with different letters on the bars are significantly different at 0.05 level.

2.3　着卵量及着卵部位

对田间采集的 223 头被寄生的末龄幼虫着卵量进行分析的结果表明，每头寄主幼虫着卵量为 1～8 粒不等。出现概率随着卵量的增加而下降，着卵量为 1 粒的最多（45.3%），2 粒的次之（33.6%）。

对着卵部位进行分析的结果表明，头、胸、腹各个部位分别被寄生及头、胸、腹 3 个部位同时被寄生的个体都有，其中以单个部位寄生的最多（72.5%），双部位寄生的较少（26.1%），3 个部位同时都被寄生的最少（1.3%）。在单部位被寄生的个体中，头部和胸部被寄生的最多，分别为 34.07% 和 34.51%，两者并没有明显的差异；腹部被寄生的明显减少，只有 3.98%。同时，在双部位被寄生的个体中，以头胸部同时被寄生的较多，为 21.68%，头腹部和胸腹部同时被寄生的的较少，只有 2.21%。

对草地螟幼虫被寄生的位置（面）来看，单面、双面被寄生的都有。其中以单面被寄生的最多，为 76.8%；双面同时都被寄生的较少，为 23.2%。在仅单面被寄生的个体中，以侧面被寄生的个体最多，背面被寄生的个体次之，腹面被寄生的个体最少，分别占观察总个体数的 46.9%，27.3% 和 2.7%。而在双面被寄生的个体中，以背侧面被寄生的个体较多（17.3%），其他面被寄生的次数较少。

2.4　寄生蝇存活率与着卵量及着卵部位的关系

对着卵量不同的末龄幼虫进行室内饲养的结果表明（表 1），从仅有 1 粒卵的寄主幼虫中羽化出的有寄生蝇（66.7%）、寄生蜂（10.3%）、寄主成虫（20.5%），还有 2.6% 被白僵菌感染；着卵量为 2 粒及以上的寄主幼虫中羽化的只有寄生蝇，且 1 头寄主幼虫中只能有 1 头寄生蝇羽化。在着卵量为 1 粒的寄主幼虫中，无论在哪部位被寄生，都有可能出现寄主成虫或别的寄生物（表 2）；在着卵量等于或者大于 2 粒的寄主幼虫中，无论寄生蝇产卵部位如何，都能正常存活（表 2），表明存活率的高低与在寄主幼虫上的着卵部位并没有明显的关系。

表 1　不同着卵量的寄主幼虫中寄生蝇存活率

Table 1　Number and type of organisms developed from the 5th instar host larvae of *Loxostege sticticalis* with different number of tachinid eggs

着卵量（粒/头） Number of eggs	观察虫数（头） Number of hosts observed	寄生结果 Organisms obtained			
		寄生蝇（头） Tachinid flies (Ind.)	寄生蜂（头） Parasitoid wasps (Ind.)	寄主成虫（头） Host adults (Ind.)	白僵菌感染 *Beauveria bassiana* infection
1	39	26	4	8	1
2	25	25	0	0	0
3	22	22	0	0	0
4	6	6	0	0	0
5	4	4	0	0	0
≥6	4	4	0	0	0

表 2 不同着卵部位和着卵量的寄主幼虫中寄生蝇的存活率

Table 2 Number and type of organisms developed from the 5th instar host larvae of *Loxostege sticticalis* with different number of tachinid eggs distributed on different parts of the host larvae

着卵部位 Position of laid eggs	着卵量(粒/头) Number of eggs	观察虫数(头) Number of hosts observed	寄生结果 Organisms obtained			
			寄生蝇(头) Tachinid flies (Ind.)	寄生蜂(头) Wasps (Ind.)	寄主成虫(头) Host adults (Ind.)	白僵菌感染 *Beauveria bassiana* infection
头 Head	1	6	3	1	2	0
	≥2	7	7	0	0	0
胸 Thorax	1	30	21	3	5	1
	≥2	9	9	0	0	0
腹 Abdomen	1	2	1	0	1	0
头+胸 Head and thorax	≥2	18	18	0	0	0
头+腹 Head and abdomen	≥2	2	2	0	0	0
胸+腹 Thorax and abdomen	≥2	8	8	0	0	0
头+胸+腹 Head, thorax and abdomen	≥2	4	4	0	0	0

3 讨论

3.1 寄生蝇对寄主龄期的选择性

预蛹期的寄生率显著高于 5 龄及早龄幼虫的寄生率(图 1),这样的结果是由田间幼虫采集的实际情况引起的,并非表明寄生蝇还能对入土进入预蛹期的草地螟进行寄生。虽然田间幼虫的龄期分布相对整齐,但采集的 5 龄幼虫中初期、中期、后期均有,而幼虫初期、中期被寄生蝇寄生的可能性还很大,因此预蛹期的寄生率是对 5 龄幼虫寄生率的修正和补充,进一步说明伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇在田间主要选择 5 龄寄主幼虫进行寄生。这个结论与陈海霞和罗礼智(2007)对双斑截尾寄蝇在草地螟各龄幼虫中寄生率的室内研究结果一致,与我们在室内观察到的伞裙追寄蝇对寄主龄期的选择结果一致(罗礼智等,另文发表)。

3.2 寄生蝇存活率与着卵量及着卵部位的关系

就寄生的部位来看,伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇在田间主要选择寄主幼虫的头部和胸部进行寄生,而且对于头部的寄生,主要是在接近胸部的头侧,这与陈海霞和罗礼智(2007)对双斑截尾寄蝇对寄主部位的选择的室内研究结果一致,与我们在室内观察到的伞裙追寄蝇对寄主部位的选择结果一致(罗礼智等,待发表)。

这两种寄生蝇选择接近胸部的头侧和胸部进行产卵,原因是多方面的。由于大多数寄主幼虫具有利用口器清洁虫体的习惯(刘银忠等,1998),因此选择接近胸部的头侧和胸部产卵,可以保证依附在寄主体上的卵在孵化以前不会被寄主幼虫的口器清除。另一个原因是寄生蝇具有十分发达的视觉系统(Bushbeck and Strausfeld,1997),可以通过视觉刺激来找到寄主幼虫(Stiremen,2002),正常情况下,当寄主向前爬行时,胸足是寄主幼虫活动的起始部位,因此接近胸部的头侧和胸部这两个部位较易对寄生蝇产生视觉刺激而被发现,因而较易被寄生。刘银忠等(1998)认为,寄生蝇对寄主寄生部位的选择是寄生蝇在长期演化过程中所形成的一种本能,而并非具有分辨寄主部位的能力。

寄蝇选择侧面 > 背面 > 腹面进行产卵寄生的结果似乎比较难理解,因为从寄主幼虫附着于植株的自然位置来看,寄蝇选择寄主幼虫寄生的面应以背面较多,侧面和腹面较少。而寄生蝇较多地选择侧面寄生可能是侧面的表皮组织比较薄或较柔软,从而使得孵化后的幼虫更易钻入寄主体内。另外,侧面的气门可能更容易被寄生蝇刺破而使寄生成功,已有报道一些寄生于鞘翅目和膜翅目等体壁较硬的寄生蝇则喜欢选择气门、肛门等组织较软的部位来寄生(刘银忠等,1998)。

3.3 寄生蝇对草地螟种群动态的调控作用

寄蝇对 4 龄以前的幼虫寄生率较低,主要选择 5 龄幼虫进行寄生(图 1),而寄生末龄幼虫时危害已经产生,且被寄生的寄主幼虫不是立即死亡,通常还会继续取食危害,并完成幼虫期的发育,因此这两种寄生蝇对减轻当代草地螟危害的作用较小。但是,必须看到的是,这两种寄生蝇对草地螟的寄生率和致死率都非常高,而且着卵量为 2 粒及以上的寄主幼虫的死亡率均达到 100%,基于这些特征,可以认为这两种寄蝇对于下一世代草地螟种群数量的调控作用十分重要,甚至是下个世代草地螟发生量的关

键因子。

致谢 中国科学院动物研究所赵建铭教授帮助鉴定寄生蝇种类，朱林娟、林珠凤同学参加过部分工作。在此一并致谢！

参 考 文 献（References）

Buschbeck EK，Strausfeld NJ，1997. The relevance of neural architecture to visual performance：Phylogenetic conservation and variation in Dipteran visual systems. *J. Comp. Neurol.*，383（3）：282 – 304.

Chen HX，Luo L Z 2007. Host species，instar and position preference of a tachinid parasitoid，*Nemorilla maculosa*（Deptera：Tachinidae）. *Acta Entomologica Sinica*，50（11）：1 129 – 1 113.［陈海霞，罗礼智，2007. 双斑截尾寄蝇对寄主种类及草地螟幼虫龄期和寄生部位的选择性. 昆虫学报，50（11）：1 129 – 1 134］

Kang AG，Zhang LP，Shen C，Li Q，Zhang YH，Zhao ZY，2006. Study on parasite characteristics of parasitic fly of *Loxostege sticticalis* Linnaeus and control effects of its parasites. *China Plant Protection*，26（8）：8 – 10.［康爱国，张莉萍，沈成，李强，张玉慧，赵志英，2006. 草地螟寄生蝇寄生规律及控害作用研究. 中国植保导刊，26（8）：8 – 10］

Li H，Luo LZ，2007. The tachinids parasitizing on the meadow moth，*Loxostege sticticalis*（Lepidoptera：Pyralidae）：species，types of parasitism and their roles in controlling the host population. *Atca Entomologica Sinica*，50（8）：840 – 849.［李红，罗礼智，2007. 草地螟的寄生蝇种类、寄生方式及其对寄主种群的调控作用. 昆虫学报，50（8）：840 – 849］

Liu YZ，Zhao JM，Li LF，Zhou SX，Wang HX，Zhang WJ，1998. Records of Tachinids in Shanxi Province. Science Press，Beijing. 378 pp.［刘银忠，赵建铭，李林福，周士秀，王海啸，张伟基，1998. 山西省寄蝇志. 北京：科学出版社. 378 页］

Luo LZ，2004. The first generation of meadow moth will be outbreak in China. *Plant Protection*，30（3）：86 – 88.［罗礼智，2004. 我国 2004 年一代草地螟将暴发成灾. 植物保护，30（3）：86 – 88］

Luo LZ，Li GB，Cao YZ，1996. The coming of the third period of break circle for the meadow moth in China. *Plant Protection*，22（5）：50 – 51.［罗礼智，李光博，曹雅忠，1996. 草地螟第 3 个猖獗为害周期已经来临. 植物保护，22（5）：50 – 51］

Mikhal'tsov VP，Khitsova LN，1980. Tachinids and the beet webworm（*Loxostege sticticalis*）. *Zashchita Rastenii*，4：38.

Stireman JO，2002. Host location and selection cues in a generalist tachinid parasitoid. *Entomol. Exp. Appl.*，103：23 – 34.

Tian SY，1963. Studies on the meadow moth and its control. *Journal of Hebei Agronomy*，2（3）：15 – 22.［田绍义，1963. 草地螟及其防治研究. 河北农学报，2（3）：15 – 22］

（责任编辑：袁德成）